ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2A DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 41

RENZO CANDUSSIO e ELVIRA MARTELLANI

LA DISTRIBUZIONE DEL MOLIBDENO NELLE PIANTE DI CAVOLFIORE AFFETTE DA «WHIPTAIL»

ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2A DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 41

RENZO CANDUSSIO e ELVIRA MARTELLANI

LA DISTRIBUZIONE DEL MOLIBDENO NELLE PIANTE DI CAVOLFIORE AFFETTE DA «WHIPTAIL»

RENZO CANDUSSIO e ELVIRA MARTELLANI

LA DISTRIBUZIONE DEL MOLIBDENO NELLE PIANTE DI CAVOLFIORE AFFETTE DA «WHIPTAIL»

Le indagini chimico-analitiche, di cui viene riferito in questa nota, sono state effettuate in occasione di due casi di presunta carenza di molibdeno nel cavolfiore.

Un caso, segnalato e illustrato dall' Osservatorio per le Malattie delle piante di Genova e dal Laboratorio Crittogamico Italiano di Pavia, riguardava piante di cavolfiore provenienti da colture orticole industriali nei pressi di Genova (1); l'altro caso, da noi stessi osservato, interessava la zona orticola nei dintorni meridionali di Gorizia.

La carenza di molibdeno nel cavolfiore dà una vistosa sintomatologia consistente in una più o meno marcata riduzione delle lamine foliari (whiptail o laciniatura foliare) e in un ridotto sviluppo della infiorescenza (accecamento o blindness) (*).

Questa sintomatologia non è però specifica della carenza di molibdeno: altre cause, di natura non nutrizionale, possono intervenire nel determinare la laciniatura delle foglie e l'accecamento delle gemme fiorali.

La esatta conoscenza della eziologia è ovviamente indispensabile per porre in atto opportuni interventi curativi o preventivi. Nella fase diagnostica un decisivo giudizio potrebbe esser fornito dalla valutazione analitica dei livelli molibdici delle piante. La letteratura (1) (9), alquanto ricca per quanto riguarda gli aspetti agronomici e fitopatologici del «whiptail», è invece scarsissima di dati analitici sulle piante (3) (7). Questi dati risultano inoltre frammentari, incompleti e di significato applicativo generalizzabile praticamente nullo.

(*)Per la descrizione e la illustrazione della sintomatologia e per altre notizie fitopatologiche rimandiamo all'esauriente lavoro di Corte, Jannone e Binaghi (1963) indicato nell'elenco bibliografico (1).

Normalmente la determinazione chimica dei livelli molibdici viene eseguita sulle foglie. Ma quali foglie dovranno essere campionate? Infatti in una pianta di cavolfiore alla «maturità commerciale» sono contemporaneamente presenti foglie di diversa età e di diverso sviluppo. I livelli molibdici saranno gli stessi in tutte queste foglie?

Per la particolare morfologia (presenza di grosse nervature centrali) della foglia di cavolfiore il campione di foglie che vien preparato per la determinazione chimica del Mo (quantità di pochi grammi) non può mai riuscire nè uniforme nè omogeneo. Sarà perciò necessario tener conto separatamente delle lamine e delle nervature centrali più grosse? Queste due diverse porzioni avranno gli stessi tenori molibdici?

Infine ci si può ancora chiedere se la foglia rappresenti l'organo più adatto per la valutazione dello stato molibdico della pianta di cavolfiore.

Accettando come corretto il presupposto che il tenore di un elemento nutritivo risulta normalmente più elevato negli organi in cui maggiore è la sua attività biologica, l'organo presentante maggiori percentuali dell'elemento considerato dovrebbe essere ritenuto il più adatto a denunciare lo stato nutrizionale della intera pianta relativamente a quell'elemento.

Nelle ricerche diagnostiche di carenze minerali sarebbe pertanto indispensabile una preventiva conoscenza della distribuzione dell'elemento, presunto responsabile delle fisiopatie, nei vari organi e in diverse loro porzioni e relative posizioni sia delle piante malate che delle piante sane e normali.

Nella letteratura mancano completamente studi organici specifici riguardanti la distribuzione del molibdeno nella pianta di cavolfiore.

Le ricerche analitiche illustrate in questa nota vogliono portare un contributo alla conoscenza dell'argomento, agli effetti anche della eziologia dei due casi di «whiptail» di cui in precedenza è stato fatto cenno.

Materiali e metodi.

Sono state prese in considerazione piante di cavolfiore di tre diverse cultivar e provenienti da tre diverse località: 1) cvr. di Jesi, coltivata a Gorizia, 2) cvr. Master, coltivata a Genova, 3) cvr. locale (non meglio definita), coltivata a Cormóns (Gorizia).

Nelle colture di Gorizia e di Genova erano presenti anche piante affette da «whiptail», presentanti laciniatura delle foglie e ridotto sviluppo delle infiorescenze.

Nelle colture di Gorizia (cvr. di Jesi) sono state campionate: *a)* cinque piante con sviluppo foliare normale (foglie normali con lamine non ridotte), *b)* cinque piante con foglie laciniate (la massima parte delle lamine foliari ridotte a piccole superfici irregolari lungo la nervatura principale), *c)* cinque piante con foglie «lanceolate» (lamine foliari ridotte ma in modo non molto accentuato e a margine regolare e continuo).

Delle colture di Genova (cvr. Master) abbiamo avuto a disposizione, tramite il Laboratorio Crittogamico Italiano dell' Università di Pavia, alcune piante a sviluppo normale ed alcune piante a sviluppo ridotto (laciniatura delle foglie e parziale accecamento delle infiorescenze).

Nelle colture di Cormóns (cvr. locale) sono state campionate cinque piante a sviluppo normale. Non era presente alcuna pianta con «whiptail».

Tutte le piante campionate ed esaminate erano state raccolte allo stato di «maturazione commerciale» ossia con infiorescenze completamente formate ma non ancora sviluppate e coi fiori non in antesi.

Le piante appena raccolte sono state suddivise nei principali organi: radici, gambo, foglie, infiorescenze. Per avere una maggiore conoscenza della distribuzione del molibdeno (e della sostanza secca) nella pianta, oltre che per cercare di ridurre gli errori di campionamento sui risultati delle determinazioni chimiche, abbiamo ritenuto opportuno di effettuare una ulteriore suddivisione di ciascun organo in altre parti aventi la caratteristica della perfetta definibilità morfologica anche se di significato fisiologico non ben netto e delimitabile.

Queste varie porzioni (elencate nei diversi Prospetti), dopo le pesate a fresco, sono state accuratamente lavate dapprima con acido cloridrico diluito e quindi abbondantemente con acqua distillata, per asportare eventuali sostanze minerali inquinanti dovute a residui di trattamenti insetticidi o anticrittogamici oppure a imbrattamenti con materiali terrosi.

Per ciascuna parte è stato determinato il peso a fresco (prima dei lavaggi) e il peso a secco (sostanza seccata in stufa a 105°). I terreni sono stati campionati al piede di ciascuna pianta per una profondità di 20 cm.

Ogni campione analizzato rappresenta la media delle cinque piante di ciascun gruppo e provenienza come più sopra è stato indicato.

La mineralizzazione della sostanza vegetale è stata eseguita per via umida con attacco nitro-perclorico (1.5 : 1.0) secondo il procedimento di Kahane (6).

La determinazione del Mo è stata effettuata per spettrofotometria col metodo al tiocianato-cloruro stannoso-etere isopropilico (8). I metodi impiegati per le determinazioni eseguite sui terreni sono quelli comunemente in uso presso l' Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia:

— analisi granulometrica con dispersione sodica e separazione sedimetrica,
— N totale col metodo di Kjeldahl,
— $CaCO_3$ col calcimetro di Pizzarelli,
— humus secondo il procedimento di Walkley e Black,
— capacità di scambio cationico con acetato d'ammonio *N/1* a pH 7, lavaggio con alcol a 95°,
— pH con potenziometro, rapporto acqua-terreno 5 : 1,
— P_2O_5 assimilabile: estrazione con tampone acetico a pH 4.8 secondo Morgan-Peech e determinazione ceruleo-molibdimetrica con riducente stannoso,
— K_2O assimilabile, estrazione con tampone acetico a pH 4.8 secondo Morgan-Peech e determinazione sedimetrica con cobaltinitrito,
— Cu assimilabile, estrazione con EDTA sec. Henrikssen (5) e determinazione spettrofotometrica con dietilditiocarbammato (2),
— molibdeno assimilabile, estrazione con tampone ossalico a pH 3.3 secondo Grigg (4) e determinazione spettrofotometrica con tiocianato (8).

Risultati e loro discussione.

I terreni di coltura.

Nei terreni sono state determinate solamente quelle caratteristiche fisiche e chimiche che potevano assumere uno specifico interesse nelle presenti ricerche.

I risultati analitici sono riportati nel Prospetto 1.

Prospetto 1

Caratteristiche dei terreni

		Località				
		Gorizia			Cormóns	Genova
		Piante di cavolo con foglie				
		laciniate	lanceolate	normali	normali	laciniate
Sulla terra secca all'aria:						
scheletro (> 1 mm)	%	25.2	27.5	23.5	12.8	42.4
terra fina (< 1 mm)	%	74.8	72.5	76.5	87.2	57.6
Sulla terra fina (< 1 mm) secca all'aria:						
par. da 1 a 0.02 mm (sabbia)	%	66.23	64.32	60.11	55.06	60.95
» da 0.02 a 0.002 mm (limo)	%	24.47	28.64	29.27	29.91	31.30
» infer. a 0.002 mm (argilla bruta)	%	5.17	4.91	4.50	11.62	7.75
$CaCO_3$ tot. (calcim.)	%	24.0	22.0	19.5	1.5	1.0
N tot. (Kjeldahl)	%	0.227	0.254	0.262	0.236	0.280
Humus (Walkley-Black)	%	4.49	4.93	4.95	4.33	4.90
C/N		11.5	11.3	11.0	10.7	10.2
C.S.C. (con acet. NH_4 *N/1* a pH 7)	meq/100 g	22.47	21.79	21.29	18.05	16.48
pH (in H_2O, 1 : 5, potenz.)		7.7	7.7	7.7	6.6	7.1
P_2O_5 assim. (Morgan-Peech)	mg/Kg	15.0	13.7	12.5	162.5	58.4
K_2O assim. (Morgan-Peech)	mg/Kg	67.5	55.0	52.5	180.0	25.0
Cu assim. (Henrikssen)	mg/Kg	7.50	4.30	4.72	37.16	9.72
Mo assim. (Grigg)	mg/Kg	1.00	1.04	0.90	0.88	0.40

Terreno delle colture di Gorizia. Fra i tre campioni esaminati (terreno raccolto sotto piante normali, terreno raccolto sotto piante con foglie lanceolate, terreno raccolto sotto piante con foglie laciniate) non si rilevano notevoli differenze nelle proprietà prese in considerazione.

Trattasi di terreno calcareo, a tessitura sabbio-limosa con notevole percentuale di scheletro, a reazione subalcalina, mediamente fornito di sostanza organica, piuttosto scarso di anidride fosforica prontamente assimilabile, mediamente dotato di ossido di potassio di pronta assimilabilità, sufficientemente fornito di rame e molibdeno assimilabili.

Terreno delle colture di Cormóns. E' un terreno di medio impasto, praticamente acalcareo, a reazione neutra tendente al subacido, mediamente fornito di sostanza organica, piuttosto ricco di anidride fosforica e di ossido di potassio prontamente assimilabili, con elevata dotazione di rame assimilabile e sufficientemente fornito di molibdeno assimilabile. Si ritiene che la relativa ricchezza di fosforo e di potassio assimilabili sia da attribuire a residui di recenti concimazioni.

Terreno delle colture di Genova. E' un terreno a tessitura sabbio-limosa con elevata percentuale di scheletro, a reazione neutra, praticamente acalcareo, piuttosto ben dotato di sostanza organica e di anidride fosforica prontamente assimilabile, scarso di ossido di potassio di pronta assimilabilità, sufficientemente fornito di rame assimilabile, con dotazione di molibdeno assimilabile piuttosto bassa da ritenersi però ancora nel limite della sufficienza.

Le condizioni agro-chimiche rilevate nei terreni non giustificherebbero l'insorgenza di fenomeni di carenza di molibdeno in nessuna coltura nemmeno in quelle particolarmente esigenti nell'elemento.

La distribuzione della sostanza secca nelle piante.

La quantità di sostanza fresca e di sostanza secca (seccata in stufa a 105°), l'umidità e i rapporti ponderali delle varie parti delle piante sono indicati nei Prospetti 2, 3, 4 e 5. Ogni dato ivi riportato rappresenta la media dei dati determinati su cinque piante.

Il confronto dei dati e una loro opportuna elaborazione ci permette di mettere in evidenza alcune osservazioni di un certo interesse.

Nelle piante normali il rapporto parti epigee / parti ipogee, al quale si attribuisce il significato di indice della efficienza nutrizionale dell'apparato radicale, assume valori sufficientemente uniformi nelle piante di Gorizia (17.1) e di Cormóns (16.5) si abbassa invece notevolmente nelle piante di Genova (9.7).

Nelle piante con «whiptail» l'indice si sposta a 12.7 nelle piante laciniate di Gorizia, a 9.6 in quelle «lanceolate» di Gorizia, e 13.6 in quelle laciniate di Genova.

Nella media generale l'indice risulta più elevato nelle piante normali.

Un altro rapporto che ci sembra di un certo interesse giacchè può fornirci un indice dell'efficienza produttiva (produzione agraria) della pianta, è il rapporto parti epigee / infiorescenza. Nelle piante normali esso varia da un massimo di 27.6 nelle piante di Cormóns, a 15.4 nelle piante di Gorizia, a un minimo di 10,6 nelle piante di Genova.

L'efficienza delle piante normali di Cormóns supera quindi di molto quella delle piante normali sia di Gorizia che di Genova.

Nelle piante affette da «whiptail» si osserva una notevole riduzione di tale rapporto: nelle colture di Genova da un valore di 10.6 passa a un valore di 6.2 pari a una riduzione del 41.6 %; nelle colture di Gorizia da 15.4 a 14.0 (nelle piante laciniate) e da 15.4 a 12.4 (nelle piante «lanceolate») pari a una riduzione rispettivamente del 9.1 % e del 19,5 %.

Si rileva perciò che l'infiorescenza delle piante malate di Genova hanno subito una riduzione notevolmente maggiore di quelle malate di Gorizia.

Si osserva poi che nelle piante normali di Genova l'indice dell'efficienza produttiva è inferiore a quello delle piante malate di Gorizia.

E' ovvio ritenere che tali rapporti esprimano una efficienza produttiva in senso relativo alla pianta e non una efficienza in senso assoluto, che dovrebbe invece venire indicata dal peso dell'infiorescenza stessa (Prospetti 2 e 4) indipendentemente dallo sviluppo vegetativo della pianta.

Prospetto 2

Sostanza fresca (in grammi)

	Località					
	Gorizia			Cormóns	Genova	
	Piante di cavolo con foglie					
	laciniate	lanceolate	normali	normali	laciniate	normali
Apparato radicale	94.9	85.2	58.0	21.5	54.9	75.8
radici principali	29.3	27.9	20.6	13.5	—	—
radichette	65.6	57,3	37.4	8.0	—	—
Gambo	207.9	176.4	166.3	180.8	243.4	306.8
metà superiore	110.8	68.4	99.6	133.2	106.7	166.3
corteccia	77.2	46.1	74.6	66.5	—	—
midollo	33.6	22.3	25.0	66.7	—	—
metà inferiore	97.1	108.3	66.7	47.6	136.7	140.5
Apparato foliare	1046.0	679.9	826.0	367.0	923.6	832.0
foglie esterne	707.2	519.1	631.6	262.0	632.8	587.1
nervature	414.7	314.1	312.4	154.5	388.9	357.1
lamine	292.5	205.0	319.2	107.5	243.9	230.0
foglie interne	338.8	160.8	194.4	105.0	290.8	244.9
nervature	242.4	112.0	129.8	59.2	204.8	147.7
lamine	96.4	48.8	64.6	45.8	86.0	97.2
Apparato fiorale	234.8	146.0	191.0	245.2	97.9	167.3
peduncoli	163.9	89.3	72.0	92.8	—	—
fiori	70.9	56.7	119.0	152.4	—	—
Pianta intera	1583.6	1087.8	1241.3	814.5	1319.8	1381.9
parti epigee	1498.7	1002.6	1183.3	793.0	1264.9	1306.1
parti ipogee	94.9	85.2	58.0	21.5	54.9	75.8

Prospetto 3

Umidità (in % della sostanza fresca)

	Località					
	Gorizia			Cormóns	Genova	
	Piante di cavolo con foglie					
	laciniate	lanceolate	normali	normali	laciniate	normali
Apparato radicale	82.1	82.4	82.8	80.6	79.6	78.5
radici principali	77.8	78.5	78.2	77.3	—	—
radichette	84.0	84.3	85.3	85.8	—	—
Gambo	85.6	84.2	85.6	90.6	88.3	87.6
metà superiore	88.3	87.6	88.0	92.7	91.0	89.6
corteccia	87.7	87.0	86.6	93.6	—	—
midollo	89.6	88.8	92.0	91.9	—	—
metà inferiore	82.5	82.0	82.0	84.2	86.1	85.2
Apparato foliare	85.0	85.5	86.3	92.5	87.5	87.5
foglie esterne	84.7	85.3	86.1	93.8	87.0	87.3
nervature	87.1	88.7	89.5	97.0	90.1	90.9
lamine	81.2	80.0	80.2	88.6	82.0	81.7
foglie interne	85.8	86.0	87.1	89.6	88.7	87.9
nervature	86.8	87.5	89.6	89.7	89.7	89.3
lamine	83.4	82.6	82.2	89.3	86.4	85.8
Apparato fiorale	87.0	87.7	86.1	93.0	90.3	89.9
peduncoli	87.8	88.8	87.5	93.7	—	—
fiori	85.9	85.9	85.3	92.6	—	—
Pianta intera	85.2	85.3	86.0	91.9	87.5	87.3
parti epigee	85.5	85.5	86.2	92.2	87.9	87.8
parti ipogee	82.1	82.4	82.8	80.6	79.6	78.5

Prospetto 4

Sostanza secca a 105° (in grammi)

	Località					
	Gorizia			Cormóns	Genova	
	Piante di cavolo con foglie					
	laciniate	lanceolate	normali	normali	laciniate	normali
Apparato radicale	17.0	15.0	10.0	3.5	11.2	16.3
radici principali	6.5	6.0	4.5	2.5	—	—
radichette	10.5	9.0	5.5	1.0	—	—
Gambo	30.0	28.0	24.0	15.5	28.6	38.1
metà superiore	13.0	8.5	12.0	9.0	9.6	17.3
corteccia	9.5	6.0	10.0	4.0	—	—
midollo	3.5	2.5	2.0	5.0	—	—
metà inferiore	17.0	19.5	12.0	6.5	19.0	20.8
Apparato foliare	156.5	99.0	121.0	26.5	115.2	104.2
foglie esterne	108.5	76.5	96.0	15.5	82.4	74.6
nervature	53.5	35.5	32.8	4.5	38.5	32.5
lamine	55.0	41.0	63.2	11.0	43.9	42.1
foglie interne	48.0	22.5	25.0	11.0	32.8	29.6
nervature	32.0	14.0	13.5	6.1	21.1	15.8
lamine	16.0	8.5	11.5	4.9	11.7	13.8
Apparato fiorale	30.5	18.0	26.5	16.0	9.5	16.9
peduncoli	20.0	10.0	9.0	5.5	—	—
fiori	10.0	8.0	17.5	10.5	—	—
Pianta intera	234.0	160.0	181.5	61.5	164.5	175.5
parti epigee	217.0	145.0	171.5	58.0	153.3	159.2
parti ipogee	17.0	15.0	10.0	3.5	11.2	16.3

Prospetto 5

Sostanza secca delle diverse parti in % della sostanza secca della pianta intera

	Località					
	Gorizia			Cormóns	Genova	
	Piante di cavolo con foglie					
	laciniate	lanceolate	normali	normali	laciniate	normali
Apparato radicale	7.3	9.4	5.5	5.7	6.8	9.3
radici principali	2.8	3.8	3.0	4.1	—	—
radichette	4.5	5.6	2.5	1.6	—	—
Gambo	12.8	17.5	13.2	25.2	17.4	21.7
metà superiore	5.5	5.3	6.6	14.6	5.8	9.8
corteccia	4.0	3.7	5.5	6.5	—	—
midollo	1.5	1.6	1.1	8.1	—	—
metà inferiore	7.3	12.2	6.6	10.6	11.6	11.9
Apparato foliare	66.9	61.9	66.6	43.1	70.0	59.4
foglie esterne	46.4	47.8	52.9	25.2	50.1	42.5
nervature	22.9	22.2	18.0	7.3	23.4	18.5
lamine	23.5	25.6	34.9	17.9	26.7	24.0
foglie interne	20.5	14.1	13.7	17.9	19.9	16.9
nervature	13.7	8.8	7.4	9.9	12.8	9.0
lamine	6.8	5.3	6.3	8.0	7.1	7.9
Apparato fiorale	13.0	11.2	14.6	26.0	5.8	9.6
peduncoli	8.5	6.2	4.9	8.9	—	—
fiori	4.3	5.0	9.7	17.1	—	—
Pianta intera	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
parti epigee	92.7	90.6	94.5	94.3	93.2	90.7
parti ipogee	7.3	9.4	5.5	5.7	6.8	9.3

Resta stabilito che la sostanza secca delle infiorescenze nelle piante presentanti sintomi di «whiptail» è più o meno ridotta rispetto a quella delle infiorescenze di piante normali: la riduzione sale, nei casi esaminati, fino al 41.6 %.

La laciniatura consiste essenzialmente in una riduzione delle lamine foliari.

Nelle foglie delle piante normali le lamine (sostanza secca) rappresentano nella media generale il 58.5 %. Nelle piante normali delle tre diverse provenienze i valori non si discostano di molto da questa media: 61.8 % nelle piante di Gorizia, 60.1 % nelle piante di Cormóns, 53.7 % nelle piante di Genova.

Se si considerano separatamente le foglie esterne e le foglie interne le percentuali (sulla sostanza secca) variano sensibilmente: nelle medie generali le lamine nelle foglie esterne rappresentano il 64.2 %, nelle foglie interne il 43. 6 %.

Nelle piante normali delle tre provenienze le percentuali variano ampiamente nelle foglie esterne: da un minimo del 56.4 % nelle piante di Genova, si passa a un 65,9 % nelle piante di Gorizia, per arrivare a un massimo del 70.2 % nelle piante di Cormóns. Le variazioni sono invece molto piccole nelle foglie interne: 40.8 % nelle piante di Genova, 44.1 % nelle piante di Cormóns e 45.9 % nelle piante di Gorizia.

Le percentuali di lamine nelle foglie delle piante affette da «whiptail» sono ovviamente più basse: le riduzioni espresse in percento del peso secco delle lamine foliari delle piante normali, per l'intero apparato foliare, è del 26.6 % nelle piante laciniate di Gorizia, del 18.5 % nelle piante «lanceolate» di Gorizia, e del 10.1 % nelle piante laciniate di Genova.

Le riduzioni, come appare dai dati riportati nel Prospetto 6, sono più accentuate nelle foglie interne che in quelle esterne.

Le piante malate di Gorizia, relativamente a quelle di Genova, sono caratterizzate da una più accentuata riduzione della sostanza secca delle lamine foliari e da una minore riduzione della sostanza secca delle infiorescenze.

La distribuzione del molibdeno nelle piante.

Nelle piante normali — non presentanti alcuna riduzione o malformazione nelle foglie e nelle infiorescenze — le parti più ricche in molibdeno sono risultate le lamine delle foglie più mature

(più esterne) con un tenore molibdico di mg 3.18 per kg di sostanza secca. Nelle lamine delle foglie più giovani (più interne) il tenore molibdico si abbassava invece notevolmente fino a un valore medio di ppm 1.38. Relativamente povere sono invece risultate le nervature principali delle foglie: quelle delle foglie esterne

Prospetto 6

Riduzione della sostanza secca nelle lamine foliari e nella infiorescenza delle piante affette da «whiptail»

	Gorizia		Genova
	piante con foglie laciniate % (*)	piante con foglie «lanceolate» % (*)	piante con foglie laciniate % (*)
Riduzione della sostanza secca			
A) nelle lamine foliari			
a) delle foglie esterne	23.2	18.7	5.7
b) delle foglie interne	27.7	18.1	23.4
c) delle foglie in generale	26.6	18.5	10.1
B) nelle infiorescenze	9.1	19.5	41.6

(*) La riduzione è espressa in % del peso secco delle corrispondenti parti delle piante normali.

con un tenore molibdico medio di 0.99 ppm di sostanza secca; quelle delle foglie interne con un tenore ancora più basso che raggiunge il valore di 0.73 ppm.

Nell'apparato radicale — che relativamente agli apparati epigei ha un più basso tenore molibdico — la parte rappresentata dalle radici principali è più accentuatamente scarsa di molibdeno che non la parte costituita dalle radici secondarie.

E' da rilevare che nelle piante normali provenienti dalle colture di Cormóns il tenore molibdico di ogni parte esaminata è costantemente più basso del tenore molibdico della corrispondente parte delle piante normali provenienti dalle colture di Gorizia o di Genova. Com'è stato in precedenza accennato le colture di Cormóns, di Gorizia e di Genova sono costituite da tre diverse cultivar. Ciò

Prospetto 7

Tenore di Mo in ppm di sostanza secca

	Località					
	Gorizia			Cormóns	Genova	
	Piante di cavolo con foglie					
	laciniate	lanceolate	normali	normali	laciniate	normali
Apparato radicale	1.24	1.49	1.21	1.00	1.05	0.98
radici principali	0.57	0.72	0.50	0.55	—	—
radichette	1.65	2.00	1.80	2.14	—	—
Gambo	1.24	0.66	0.74	0.61	0.77	0.95
metà superiore	1.55	0.85	0.83	0.65	1.10	1.22
corteccia	1.42	0.65	0.80	0.45	—	—
midollo	1.90	1.35	1.00	0.82	—	—
metà inferiore	1.00	0.57	0.65	0.55	0.60	0.72
Apparato foliare	1.34	1.50	2.54	1.64	1.22	1.91
foglie esterne	1.51	1.63	2.93	2.13	1.36	2.13
nervature	1.00	1.00	1.15	0.87	0.85	0.95
lamine	2.00	2.17	3.85	2.65	1.80	3.04
foglie interne	0.98	1.03	1.04	0.95	0.88	1.35
nervature	0.65	0.65	0.65	0.55	0.70	1.00
lamine	1.65	1.70	1.50	1.45	1.20	1.75
Apparato fiorale	0.71	0.72	1.94	1.91	0.72	1.78
peduncoli	0.57	0.50	0.65	0.42	—	—
fiori	1.00	1.00	2.60	2.70	—	—
Pianta intera	1.25	1.26	2.14	1.41	1.10	1.59
parti epigee	1.25	1.24	2.19	1.44	1.11	1.65
parti ipogee	1.24	1.49	1.21	1.00	1.05	0.98

Prospetto 8

Distribuzione del Mo nella pianta (in % del Mo totale della pianta intera)

	Località					
	Gorizia			Cormóns	Genova	
	Piante di cavolo con foglie					
	laciniate	lanceolate	normali	normali	laciniate	normali
Apparato radicale	1.24	11.1	3.2	4.0	6.5	5.7
radici principali	0.57	2.2	0.6	1.6	—	—
radichette	1.65	8.9	2.6	2.4	—	—
Gambo	1.24	9.1	4.5	10.9	12.1	12.9
metà superiore	1.55	3.6	2.5	6.8	5.8	7.5
corteccia	1.42	1.9	2.0	2.1	—	—
midollo	1.90	1.7	0.5	4.7	—	—
metà inferiore	1.00	5.5	2.0	4.1	6.3	5.4
Apparato foliare	1.34	73.4	79.0	50.0	77.6	71.2
foglie esterne	1.51	61.7	72.3	38.0	61.7	56.9
nervature	1.00	17.6	9.7	4.5	18.1	11.1
lamine	2.00	44.1	62.6	33.5	43.6	45.8
foglie interne	0.98	11.7	6.7	12.0	15.9	14.3
nervature	0.65	4.5	2.3	3.9	8.1	5.6
lamine	1.65	7.2	4.4	8.1	7.8	8.7
Apparato fiorale	0.71	6.4	13.3	35.1	3.8	10.0
peduncoli	0.57	2.5	1.6	2.6	—	—
fiori	1.00	3.9	11.7	32.5	—	—
Pianta intera	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
parti epigee	1.25	88.9	96.8	96.0	93.5	94.3
parti ipogee	1.24	11.1	3.2	4.0	6.5	5.7

non di meno non possiamo affermare che le variazioni del tenore molibdico osservate nelle tre diverse cultivar siano dovute a un fattore genetico varietale giacchè anche il fattore edafico e agronomico-ambientale può avere interagito nei processi che regolano le quantità di Mo assorbito dalle piante e la distribuzione dell'elemento nelle varie parti delle piante stesse.

Prospetto 9

Riduzione del tenore molibdico nelle piante affette da «whiptail»

	Gorizia		Genova	Media
	piante con foglie laciniate % (*)	piante con foglie «lanceolate» % (*)	piante con foglie laciniate % (*)	piante con «whiptail» % (*)
Nelle piante intere	41.6	41.2	30.9	37.9
Nelle infiorescenze	63.4	62.9	59.6	61.9
Nelle lamine foliari (delle foglie esterne)	43.7	48.1	40.8	44.2

(*) La riduzione è espressa in % del tenore molibdico delle corrispondenti parti delle piante normali.

Se si confrontano i tenori molibdici di parti corrispondenti nelle piante normali e nelle piante affette da «whiptail» di una stessa provenienza si notano alcune diversità che in certi casi sono anche molto accentuate. Rispetto al tenore molibdico delle infiorescenze delle piante normali quello delle infiorescenze delle piante con foglie laciniate di Gorizia subisce una riduzione del 63.4 %, quello delle infiorescenze delle piante con foglie «lanceolate» di Gorizia presenta una riduzione del 62.9 %, quello delle infiorescenze delle piante con foglie laciniate di Genova segna una riduzione del 59.6 %. Nella media generale la riduzione è circa il 60 %.

Anche nel tenore molibdico delle lamine delle foglie più vecchie (più esterne) si verificano notevoli riduzioni: nelle piante laciniate di Gorizia la riduzione è del 43.7 %, nelle piante lanceolate di Gorizia la riduzione è del 48.1 %, nelle piante laciniate di Genova la riduzione è del 40.8 %.

Considerazioni conclusive.

Con le indagini agro-chimiche precedentemente illustrate è stato messo in evidenza, nei casi di «whiptail» esaminati, non soltanto una più o meno accentuata riduzione ponderale (sostanza secca) delle infiorescenze e delle lamine foliari, ma anche un notevole abbassamento del tenore molibdico.

Questo abbassamento interessa le parti epigee nel loro insieme ma è particolarmente marcato nelle infiorescenze e, in modo minore ma pur sempre rilevante, nelle lamine foliari specialmente in quelle delle foglie esterne della «testa».

Le infiorescenze e le lamine delle foglie più vecchie pertanto dovrebbero esser considerate le parti più adatte a stabilire, mediante la determinazione del loro contenuto molibdico, una diagnosi di carenza molibdica. Tuttavia sembra che, come si può constatare dai nostri risultati, una soglia di carenza molibdica nel cavolfiore non sia affatto definibile. Si è visto infatti che i tenori molibdici di qualsiasi parte delle piante normali di Cormóns, piante che si trovano in perfetto stato di normalità e sanità, erano costantemente più bassi delle corrispondenti parti delle piante affette da «whiptail» di Gorizia e di Genova.

Nella media generale la riduzione si aggira perciò sul 40-45 %. La riduzione del tenore molibdico che si verifica nelle infiorescenze è notevolmente più alta di quella che si verifica nelle lamine foliari.

Nelle altre parti della pianta sembra che il tenore in Mo non segua alcuna regola particolare. Però, nell'apparato radicale delle piante affette da «whiptail», si nota una certa tendenza ad assumere tenori molibdici costantemente più elevati rispetto ai tenori molibdici dell'apparato radicale delle piante normali. La maggiorazione è del 2.4 % nelle piante laciniate di Gorizia, del 7.1 % in quelle laciniate di Genova e sale al 23.1 % in quelle lanceolate di Gorizia.

Se si prende in considerazione la pianta nel suo insieme si osserva che il tenore molibdico delle piante presentanti sintomi di «whiptail» è sempre notevolmente più basso di quello delle piante normali. Nei casi da noi esaminati la riduzione è del 41.6 % nelle piante laciniate di Gorizia, del 41.2 % nelle piante «lanceolate» di Gorizia e del 30.9 % nelle piante laciniate di Genova.

Evidentemente la determinazione analitica del tenore molibdico non può avere in questi casi alcun valore diagnostico.

La diagnosi di carenza per via chimica può esser invece attuabile soltanto con la contemporanea determinazione analitica del tenore molibdico e di piante normali e di piante malate, appartenenti però alla stessa cultivar e cresciute nello stesso ambiente agro-climatico.

In tal caso le infiorescenze oppure le lamine delle foglie più vecchie dovrebbero essere considerate le parti più adatte alla analisi. Infine si rileva che nei casi qui esaminati non si è notata alcuna correlazione fra il Mo assimilabile del terreno, determinato col metodo di Grigg, e i tenori molibdici delle piante e — come conseguenza — fra Mo assimilabile e incidenza del «whiptail».

BIBLIOGRAFIA

(1) Corte, A., Jannone, G., Binaghi, G., La presenza in Italia della malattia del cavolfiore denominata «laciniatura foliare» («whiptail»). *Riv. Patol. Veg. III, 3, 31-56, 1963.*

(2) Cheng, K. L., R. H., Two specific methods of determinating copper in soil and plant material. *Anal. Chem., 25, 655-659, 1853.*

(3) Gammon, N., Volk, G. M., Mc Cubbin, E. N., Eddins, A. H., Soil factors affecting molybdenum uptake by cauliflower. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18, 3, 302-305, 1954.*

(4) Grigg, J. L., Determination of the available molybdenum in soils. *New Zealand J. Sci. Technol. A., 34, 405-414, 1953.*

(5) Henrikssen, A., Chemical and biological determination of copper in soil. *Nature, 178, 499-500, 1956.*

(6) Kahane, S., L'action de l'acide perchlorique sur les matières organiques et ses applications à la chimie analytique. *Hermann et C. Edit., Paris, 1934.*

(7) Plant, W., The effects of molybdenum deficiency and mineral toxicities on crops in acid soils. *J. Hort. Sci., 31, 163-176, 1956.*

(8) Sandell, E. B., Colorimetric determination of traces of metals. *Interscience Publ. New York, 1950, pg 455-459.*

(9) ———, Fascicolo dedicato al «Molybdenum in plant and animal nutrition» del *Soil Sci. 81 (3), 159-258, 1956.*

RIASSUNTO

Sono state eseguite indagini sulla distribuzione della sostanza secca e del molibdeno in piante sane e normali di cavolfiore delle cvr. «di Jesi» e «Master» e in piante, delle stesse cultivar, affette da «whiptail» di presunta origine carenziale (molibdeno) provenienti da colture industriali dei sobborghi di Genova e dei dintorni di Gorizia.

Nelle piante normali le parti più ricche in molibdeno sono risultate: le lamine delle foglie più mature (esterne) (mg Mo/Kg sostanza secca max 3.85), i fiori (mg Mo/Kg sostanza secca max 2.70), le radichette (mg Mo/Kg sostanza secca max 2.14). Le parti più povere in molibdeno sono risultate: le radici principali (mg Mo/Kg sostanza secca min. 0.50), i peduncoli fiorali (mg Mo/Kg sostanza secca min. 0.42).

Nelle piante affette da «whiptail» sono stati rilevati forti abbassamenti dei tenori molibdici particolarmente accentuati nelle lamine foliari (riduzione media del 45 %) e nelle infiorescenze (riduzione media del 60 %).

Sono state messe in evidenza notevoli variazioni nei tenori molibdici delle diverse cultivar pur nelle medesime parti della pianta. Ciò rende quanto mai problematica la definizione e il significato di una soglia critica di carenza molibdica nel cavolfiore. Una diagnosi di carenza molibdica nel cavolfiore può essere attuata per via chimica soltanto per confronto diretto dei tenori molibdici di piante sane e di piante malate della stessa cultivar. Le parti più adatte a tale scopo sono risultate le lamine foliari e le infiorescenze.

Non è stata rilevata alcuna correlazione fra il Mo assimilabile (met. Grigg) dei terreni e l'incidenza del «whiptail» o il tenore molibdico delle piante.

Tip. Budin - Gorizia 1967